

# PORTABLE SOLAR CHARGER

Zainal Arifin<sup>1</sup>, Ir. Sutedjo, MT<sup>2</sup>, Ir. Suryono, MT<sup>3</sup>

Mahasiswa Elektro Industri, Politeknik Elektronika Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia<sup>1\*</sup>  
[kavenika@yahoo.com](mailto:kavenika@yahoo.com)

Dosen Pembimbing 1, Politeknik Elektronika Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia<sup>2</sup>

Dosen Pembimbing 2, Politeknik Elektronika Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia<sup>3</sup>

## ABSTRAK

Beberapa permasalahan timbul saat diubahnya suatu perangkat elektronika menjadi suatu yang portabel atau mudah dibawa kemana-mana. salah satu contoh permasalahan adalah ketahanan supply energi listrik dari perangkat elektronika tersebut, karena perangkat elektronika ini ditenagai oleh baterai yang mempunyai keterbatasan kapasitas penyimpanan energi listrik. mobilitas manusia yang tinggi terkadang membuat manusia lupa men-charge perangkat elektronika (hand phone salah satunya) dan apabila dalam perjalanan, charger konvensional tidak dapat mengatasi masalah ini.

portable solar charger dilengkapi dengan back up baterai dan solar cell sebagai pen-supply energi listrik. Portable solar charger dibangun dengan buck converter, boost converter, dan buck-boost converter sebagai regulator tegangan yang digunakan untuk mencharge perangkat-perangkat elektronika. ADC channel pada mikrokontroler digunakan sebagai umpan balik bagi kontroler yang juga terdapat pada mikrokontroler digunakan agar output converter dapat dijaga pada nilai tertentu melalui pengaturan duty cycle PWM yang men-drive converter.

**Kata kunci:** charger, back-up battery, converter, ADC channel, PWM.

## ABSTRACT

Some problem come when electronic device changed to be a portable device. One of some problems is the ability of energy supply of the device. The portable device is supplied by battery which has limited energy storage ability. The people mobility that become higher make them forget to charge their electronic device. And if their device become low battery condition and they are in the mobile, conventional charger can't solve the problem.

portable solar charger completed with back up battery as an energy storage and solar cell as the energy supplier. Portable solar charger is built from buck converter, boost converter, and buck-boost converter as the voltage regulator that use to charge the electronic device. ADC channel in microcontroller used to sense the voltage of output converter and as the feedback for the microcontroller that in the microcontroller too. It used to make the output of converter stable in a value by control the duty cycle of PWM that used to drive the converter.

**Keyword:** charger, back-up battery, converter, ADC channel, PWM.

## 1. PENDAHULUAN

Sekarang ini perkembangan teknologi telah mempengaruhi gaya hidup manusia. Perubahan ini terlihat seperti pada pemakaian beberapa perangkat elektronik seperti handphone, MP3, dan laptop. Beberapa barang tersebut pada beberapa tahun yang lalu merupakan suatu kebutuhan tersier yang hanya sedikit orang yang memiliki, namun sekarang sudah menjadi kebutuhan pokok masyarakat.

Beberapa permasalahan muncul setelah merebaknya pemakaian perangkat-perangkat elektronika berdaya rendah. Seperti waktu *standby* dan waktu bicara yang terbatas dari handphone. Handphone yang ditenagai dengan sebuah baterai tidak dapat digunakan sepanjang waktu tanpa charging dalam beberapa hari. Oleh karena itu dibutuhkan suatu charger yang bisa dibawa kemana-mana yang bisa menggantikan fungsi charger utama saat kita berada dalam perjalanan.

Solar cell adalah salah satu supply energi listrik alternatif yang memungkinkan untuk dibawa kemana-mana. Solar cell

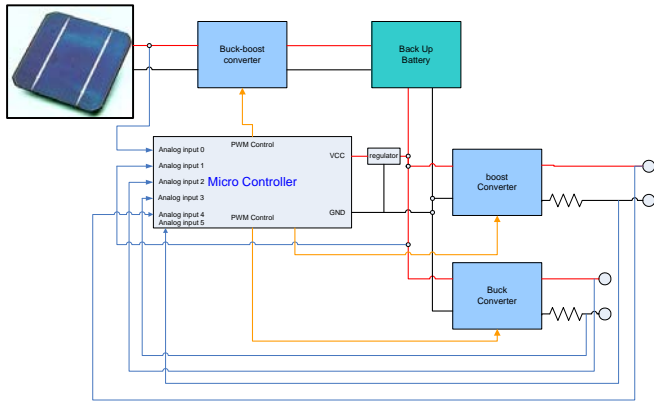
memiliki kemampuan mengonversi cahaya matahari menjadi energi listrik. Dengan bentuk yang kokoh dan tahan terhadap pergerakan atau guncangan, solar cell merupakan solusi yang tepat untuk dijadikan suatu *portable charger*.

Solar cell menghasilkan tegangan output dengan nilai yang berubah-ubah sesuai dengan intensitas cahaya yang jatuh pada permukaannya. Solar cell akan menghasilkan tegangan maksimum saat intensitas cahaya yang jatuh pada permukaan solar cell maksimal dan akan tegangan output akan turun seiring turunnya intensitas cahaya yang jatuh pada permukaan solar cell. Perubahan nilai tegangan ini akan menghambat sistem charging baterai apabila solar cell langsung langsung dihubungkan dengan baterai. Pada saat tegangan mencapai nilai maksimum, arus pengisian baterai bisa melebihi arus pengisian yang dibutuhkan, hal ini dapat memperpendek usia pemakaian dari baterai. Begitu juga saat tegangan output solar cell turun, maka pengisian tidak dapat berlangsung.

Dengan permasalahan diatas, dibutuhkan suatu rangkaian dan control yang mampu menghasilkan tegangan output yang stabil dengan input dari solar cell yang berubah-ubah. Kontrol *duty cycle* PWM pada buck-boost konverter adalah salah satu metode yang dapat digunakan untuk pengaturan tegangan.

Output konverter terlebih dahulu dibaca oleh ADC pada mikrokontroler, kemudian mikrokontroler menentukan hasil berupa duty cycle yang harus dibangkitkan.

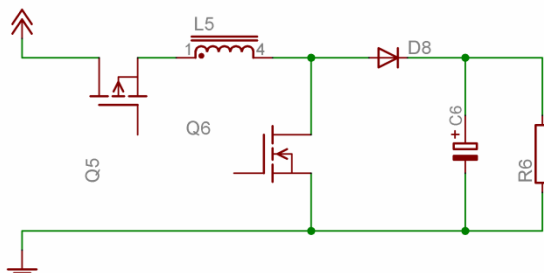
## 2. Perancangan Sistem



Gambar 1. Desain sistem

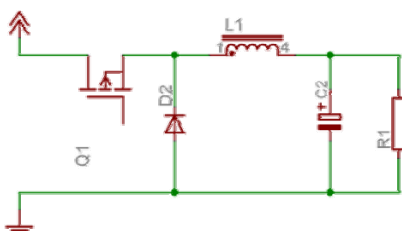
### Buck-Boost Converter

Buck-Boost Converter digunakan untuk menaikkan/turunkan tegangan input agar tegangan output dapat diatur pada nilai tertentu. Penggunaan Buck-Boost Converter ini karena tegangan output dari solar cell selalu berubah berdasarkan perubahan intensitas cahaya yang jatuh pada permukaan solar cell.



Gambar 2. Rangkaian dasar buck-coost converter

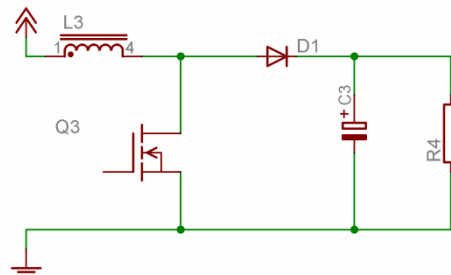
### Buck Converter



Gambar 3. Rangkaian dasar buck converter

Pada system ini, Buck Converter digunakan untuk menurunkan tegangan dari battery yang bernilai sekitar 12V ke 5V yang digunakan untuk men-charge Hand phone.

### Boost Converter



Gambar 4. Rangkaian dasar boost converter

Pada system ini, Buck Converter digunakan untuk menaikkan tegangan dari battery yang bernilai sekitar 12V ke 20V yang digunakan untuk men-charge Note Book.

### Solar Cell

Pada proyek akhir ini dipilih solar Cell dengan spesifikasi daya maximum 5W. hal ini dikarenakan ukuran solar cell dengan daya 5W tidak terlalu kecil dan tidak terlalu besar.

### Back up Battery

Back up battery digunakan untuk menyimpan energy sementara saat cahaya matahari tersedia dan beban belum terpasang, sehingga untuk menyimpan cadangan energy digunakan 2 buah back up battery dengan tegangan masing-masing 6V yang dipasang secara seri. Karena sisa tempat battery yang tersedia tidak terlalu besar maka dipilih battery dengan kapasitas 1.2 Ah.

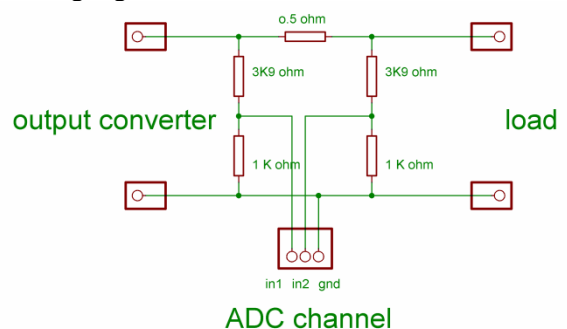
### Mikrokontroler AT MEGA16

Mikrokontroler adalah otak dari kerja keseluruhan system. Pada proyek akhir ini digunakan mikrokontroler jenis AT MEGA16 yang memiliki 4 port yang masing-masing 8 bit. Pada system ini mikrokontroler memproduksi sinyal PWM untuk switching converter-converter serta membaca tegangan yang dihasilkan untuk dijaga nilainya.

### Rangkaian Totem Pole

Rangkaian totem pole digunakan sebagai kopling antara mikrokontroler dengan DC-DC converter karena mikrokontroler tidak mampu men-drive converter secara langsung.

### Sensor Tegangan.



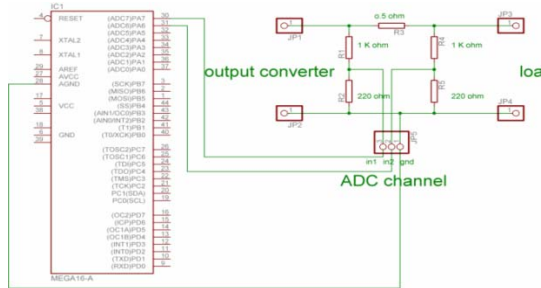
Gambar 5. Rangkaian dasar sensor tegangan.

Sensor tegangan dibangun dengan menggunakan resistor pembagi tegangan karena tegangan yang di-sensing besarnya lebih dari 5V.

## 3. Pengujian Alat

### Pengujian ADC channel

Pengujian ADC digunakan untuk mengetahui seberapa sensitive ADC mikrokontroler dan menguji apakah antara channel yang satu dengan yang lain memberikan hasil pembacaan tegangan yang sama. Pengujian ADC channel ini dilakukan dengan memberikan tegangan DC yang nilainya dinaikkan dari 2.6 volt hingga 25 volt dengan kenaikan 1 volt yang terlebih dahulu dimasukkan ke rangkaian pembagi tegangan dengan resistor seri seperti pada gambar 6.



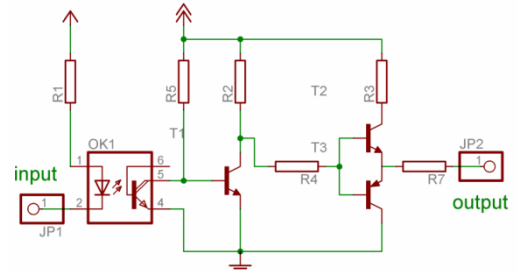
Gambar 6. rangkaian pengujian ADC

Pengukuran dilakukan sebanyak lebih dari 10 kali dan diambil nilai rata-ratanya. Data dikirim ke PC melalui pin serial komunikasi. Pengukuran yang sama juga dilakukan pada tegangan 2.6 volt sampai dengan 25 volt. Dan didapatkan nilai seperti yang terlihat pada table 4.1

Table 1. table hasil pengukuran dengan ADC

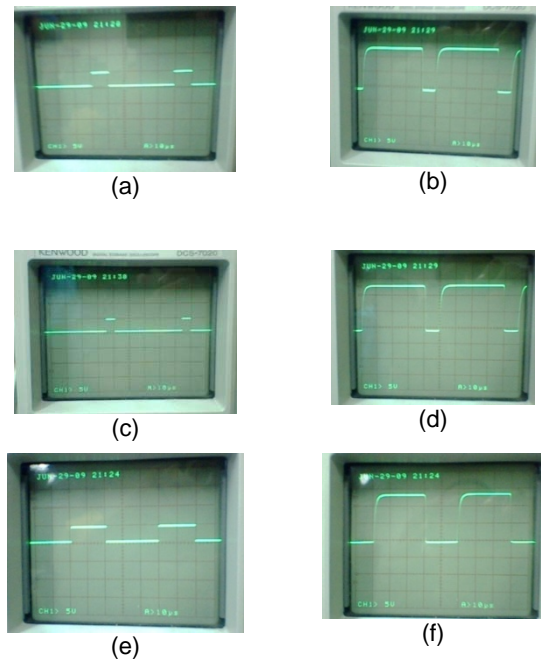
	Chnl 0	Chnl 1	Chnl 2	Chnl 3	Chnl 4	Chnl 5	Chnl 6	Chnl 7
2.6	103.3	103.6	103.6	104.6	103.7	103.6	103.61	103.15
3	117.5	118.3	117.4	119.3	119.1	118.6	118.03	117.15
4	159.4	159.6	159.4	162	160.9	160.4	158.91	159.08
5	199.9	200.5	204	204	203.2	202.2	201.5	200
6	239.7	240	240.1	242.7	241.9	240.8	240.4	239.2
7	277.5	277.9	276.2	281.3	280.1	279.7	278.7	277
8	319.5	320.9	319	325.1	323.4	322.1	321.6	319.2
9	359.1	359	360.1	364.6	362.9	362.1	361	359.2
10	400.7	401.6	399.2	407.5	406	403.2	402.4	400.3
11	445.9	447	444.8	452.4	440.4	439.4	447.8	445.9
12	478.9	479.9	477.5	487	483.8	482.3	480.6	479.2
13	523.7	524.7	522.4	530.2	527.9	526.4	525.4	523.6
14	559.1	559.2	557.8	566.8	564.4	562.4	561.4	559.1
15	599.5	600	596.7	607.5	604.6	603	601.4	599.3
16	637.7	637.5	635.1	646.8	642.8	640.3	638.7	637.1
17	684.7	686.5	684.3	693.2	690.3	689.4	686.6	683.1
18	728.7	729.6	729.3	740.1	735.6	733.6	731.8	728.9
19	768.4	770.3	769.8	780.2	775.8	774.5	772.4	768.4
20	814.1	814.2	812.8	825.2	821.2	819	816.6	813.3
21	845.2	845.9	845.2	857.3	852.4	850.9	848	844.7
22	900.2	900.5	896.8	912	908	905	903.5	900.2
23	943.1	944.1	941.3	955.9	950.8	948.5	945.2	943
24	984	985.1	984.2	998	991.8	990	987.9	983.8
25	1015.3	1016.1	1011.4	1023	1022.5	1020.5	1019.3	1014.9

### PENGUJIAN RANGKAIAN TOTEMPOLE



Gambar 7. rangkaian totempole + opto isolator

Pengujian rangkaian totempole digunakan untuk mengetahui kualitas sinyal yang keluar dari totempole apakah mampu mewakili sinyal input yang dihasilkan oleh mikro kontroler. Karena apabila terdapat perubahan duty cycle pada output totempole maka akan menyebabkan sulitnya kontroler bekerja. Sehingga kestabilan tegangan output yang dihasilkan oleh converter akan berkurang. Namun dalam totempole yang disertai dengan bagian opto coupler mempunyai sifat inverting, jadi duty cycle dari output totempole adalah kebalikan dari input opto coupler karena pada bagian LED opto coupler di drive dengan aktif low. Gambar gelombang tegangan input-output terlihat seperti pada gambar 8



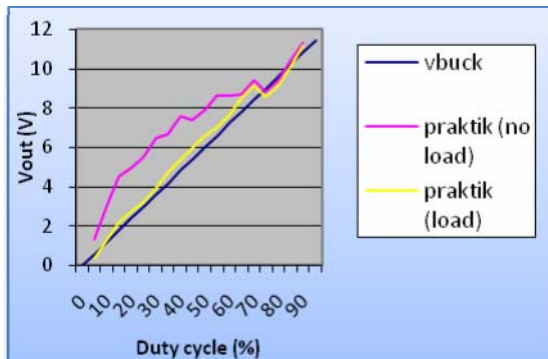
- (a). sinyal input dengan duty cycle 20%
- (b). sinyal output dengan duty cycle 20%
- (c). sinyal input dengan duty cycle 10%
- (d). sinyal output dengan duty cycle 10%
- (e). sinyal input dengan duty cycle 40%
- (f). sinyal output dengan duty cycle 40%

Gambar 8. pengujian rangkaian optoisolator + totem pole

### PENGUJIAN BUCK CONVERTER

Buck converter yang merupakan step down DC-DC converter mengeluarkan tegangan output berdasarkan tegangan input dan besar duty cycle sinyal PWM yang men-drive bagian switching yang

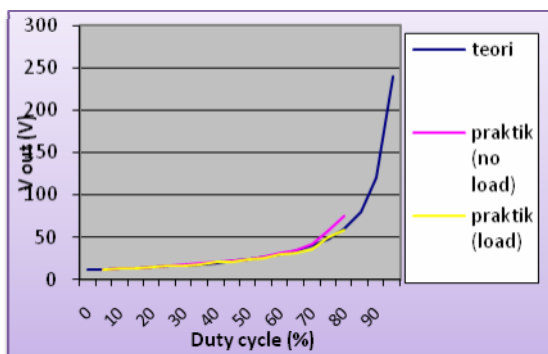
dalam hal ini digunakan mosfet. Dalam pengujiannya, buck converter diberi input 12 volt dan diberi sinyal drive dengan duty cycle 5% hingga 90%. Dan dapat dilihat pada table 4.3. dan gambar 4.6. bahwa output buck converter tidak jauh berbeda dengan perhitungan secara teori.



Gambar 9. perbandingan output buck converter teori dengan pengujian

### PENGUJIAN BOOST CONVERTER

Boost converter yang merupakan step up DC-DC converter mengeluarkan tegangan output berdasarkan tegangan input dan besar duty cycle sinyal PWM yang men-drive bagian switching yang dalam hal ini digunakan mosfet. Dalam pengujiannya, boost converter diberi input 12 volt dan diberi sinyal drive dengan duty cycle 5% hingga 80%. Dan dapat dilihat pada table 4.5. dan grafik 4.7. bahwa output boost converter tidak jauh berbeda dengan perhitungan secara teori.



Gambar 10. perbandingan output boost converter secara teori dengan pengujian

### 5. DAFTAR PUSTAKA

1. Mukund R. Patel, *Wind and Solar Power Sistem*, CRC press, US Merchant Academy Kings Point, New York, 1999.
2. Andrzej M. Trzynadlowski, *Introduction to Modern Power Electronics*, a willey & sons, Inc, University of Nevada, USA, 1998.
3. [www.wilkypedia.com/solar-battery-charger](http://www.wilkypedia.com/solar-battery-charger)
4. Riezenman, M.J. 1995. *In search of better batteries*, IEEE spectrum, p.51-56, May 1995.
5. Dr. Zainal Salam, 2003, *Power Electronic and drives (chapter 3-2003)*, UTM,TB, 2003.